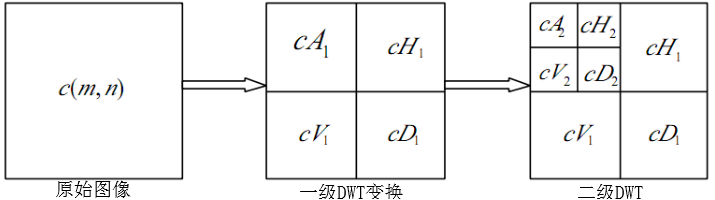
5.2.3 核心算法

为实现嵌入不可见水印，在尽量减小失真的情况下增强水印的鲁棒性，保证水印的提取，以达到图像溯源的效果；采用多级离散小波变换(DWT)，在低频分量上进行水印嵌入

DWT因其更符合人眼视觉系统(HVS)特性，从而在数字水印中得到广泛应用。单通道的灰度图像经过1级DWT后可以分解为4个分量，分别是低频分量(cA)、水平中频子带(cH)、垂直中频子带(cV)和高频子带(cD)，多级分解在上级低频子带的基础上再次分解。DWT不同分量分布如图所示。



其中低频分量cA代表了原始图像的大部信息，是最接近原始图像的分量，考虑到图像传输、存储时，微信或其他平台会对图像作压缩、调整分辨率等处理，这些处理会影响的水印的提取；因此为了能完整无误的提取水印，选择在低频分量上嵌入水印。嵌入流程如下：

(1):将待嵌入水印置乱，得到0、1数组E[i]

(2):将原始彩色图像转换为YCrCb,RGB格式用于显示，YCrCb格式用 于计算；

(3):对亮度分量Y进行二维离散小波变换，得到不同的分量系数coef；

(4):将细节分量分为4\*4的子块，两个子块(A,B)为一组；

(5):计算两个子块的均值A的均值为m1、B的均值为m2并按如下公式进行嵌入

m=(m1+m2)/2;

if E[i]==1{

A[j]=sign(A[j]) \* (abs(A[i]) + m-m1+t); 1≤i≤n

B[j]=sign(B[j]) \* (abs(B[i]) - m2-m+t); 1≤j≤16

}

if E[i]==0{

A[j]=sign(A[j]) \* (abs(A[i]) - m1-m+t);

B[j]=sign(B[j]) \* (abs(B[i]) + m-m2+t);

}

其中E[i]代表水印数组中的元素，n是水印的个数A[j]代表4\*4子块 A的系数。

1. :将修改后的低频系数反变换(IDWT)，重构的亮度Y分量  
   (7):将YCrCb转换到RGB格式，得到含水印的图像

原始图像和含不可见水印图像如图：

1. 原始图像 (b)含水印图像

水印的提取流程：

(1):将原始彩色图像转换为YCrCb;

(2):对亮度分量Y进行二维离散小波变换，得到不同的分量系数coef；

(3):将细节分量分为4\*4的子块，两个子块(A,B)为一组；

(4):计算两个子块的均值A的均值为m1、B的均值为m2并按如下公式进行提取

if m1≥m2 E[i]=1;

if m1≤m2 E[i]=0;

程序实现：

为了快速验算法的效果(失真和提取)，先在MATLAB下仿真观察实验效果；再在Windows下借助OpenCV跨平台图像处理库实现C++程序的编写；最后将编译好的代码移植到Linux平台下编译运行；完成算法的设计和实现。